



Atribución-NoComercial-SinDerivadas 2.5 Colombia (CC BY-NC-ND 2.5)

La presente obra está bajo una licencia:

Atribución-NoComercial-SinDerivadas 2.5 Colombia (CC BY-NC-ND 2.5)

Para leer el texto completo de la licencia, visita:

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/co/>

Usted es libre de:



Compartir - copiar, distribuir, ejecutar y comunicar públicamente la obra

Bajo las condiciones siguientes:



Atribución — Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciante (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o que apoyan el uso que hace de su obra).



No Comercial — No puede utilizar esta obra para fines comerciales.



Sin Obras Derivadas — No se puede alterar, transformar o generar una obra derivada a partir de esta obra.

LA ACCIÓN NORMATIVA COLOMBIANA FRENTE A LA PRACTICA FRACKING

Giovanny Andrés Hernández Esquivel¹
Universidad Católica de Colombia

Resumen

En el marco de la preparación que tiene el gobierno colombiano para nuevas exploraciones tecnológicas, se encuentra el fracking, consistente en la extracción de recursos tipo hidrocarburo de modo no convencional. La práctica del fracking ha venido desde los años 50 a nivel mundial, como en el Reino Unido, Estados Unidos y otros; en Colombia se ha iniciado el proceso de exploración. Sin embargo, hay que tener en cuenta, existen ventajas en la apropiación del gas no convencional o de pizarra y el petróleo, mientras sus desventajas son superiores. Para el desarrollo de estas nuevas técnicas de exploración y explotación de hidrocarburos en yacimientos no convencionales, es necesario que las autoridades competentes, exijan el cumplimiento a cabalidad de cada uno de los requisitos legales, antes de iniciar a expedir permisos para el ejercicio de actividades que afecten el medio ambiente; por tanto, se necesita que la reglamentación, cubra los vacíos jurídicos y sea explícita, en cuanto a estudios pertinentes en la identificación de consecuencias.

Palabras clave: Fracking, Medio Ambiente, Cantidad de agua, Aditivos Químicos, Licencia Ambiental, Normatividad Colombiana.

¹ Artículo presentado como requisito de grado para obtener el título de Abogado de la Universidad Católica de Colombia, bajo la dirección de la Dra. Angélica Vizcaino docente de la Universidad Católica de Colombia 2019. Giovanny Andrés Hernández Esquivel Estudiante egresado de la facultad de Derecho de la Universidad Católica de Colombia, correo electrónico gahernandez43@ucatolica.edu.co

Abstract

Within the framework of the Colombian government's preparation for new technological explorations, fracking is found, consisting of the extraction of hydrocarbon-type resources in an unconventional manner. The practice of fracking has come from the 50s worldwide, as in the United Kingdom, the United States and others; in Colombia, the exploration process has begun. However, it must be taken into account, there are advantages in the appropriation of unconventional gas or slate and oil, while its disadvantages are higher. For the development of these new techniques of exploration and exploitation of hydrocarbons in unconventional deposits, it is necessary that the competent authorities, demand the full compliance with each of the legal requirements, before starting to issue permits the exercise of activities that affect environment; therefore, the regulation needs to cover the legal gaps and be explicit, as regards relevant studies in the identification of consequences.

Keywords: Fracking, Environment, Quantity of water, Chemical Additives, Environmental License, Colombian Regulations.

Sumario

1. Introducción. 2. Fracking. 3. Identificación de la normatividad colombiana frente al Fracking. 3.1 Advertencias de la autoridad. 3.2 Consecuencias del Fracking 4. Valoración económica de los servicios ambientales. 4.1 Economía de los recursos naturales. 5. Fracking en el mundo. 6. Fracking en Colombia. 7. Conclusión. 8. Glosario. 9. Referencias.

1. Introducción

Desde que se conoció la técnica del fracking, se ha despertado el interés, para la obtención de hidrocarburo y otros derivados, en todos los países que lo consideran como la técnica para solucionar el autoabastecimiento de petróleo y gas.

De hecho, toda actividad que se inicie en la fracturación de la naturaleza deja consecuencias, así se realice con propósitos para un Estado, en el bien común general; aun así, cada actividad debe manejarse bajo la concientización de no realizarlo con propósitos malignos, por el contrario, mantener el designio de proteger el medio ambiente y los habitantes.

La dependencia en la humanidad de los energéticos representados en los combustibles fósiles, carbón, petróleo y gas, se han empezado a ver afectados. *“Las energías renovables crecen lentamente, la nuclear está estancada y los CF siguen manteniendo una hegemonía notable, actualmente representan el 81% y se estima que para el 2035 se mantendrá en 75%”* (Sanhueza, 2013); el consumo del combustible proveniente del petróleo va en crecimiento cada día, especialmente para vehículos y la sustitución para la gasolina y el diésel, se ha visto muy condicionada y su producción va muy lentamente.

Esta técnica puede generar buenos rendimientos que son indispensables para el desarrollo y sostenimiento del país, a la vez conlleva altos riesgos e impactos ambientales generados en el territorio nacional; esta implementación a la luz de los principios constitucionales, se encuentra en algunos casos en contradicción de como esta práctica se ha regulado, por lo que es preciso reflexionar acerca de ¿Cuál es el lineamiento del gobierno colombiano frente a la acción normativa en la gestión del riesgo de desastres y daños ambientales ante la práctica del Fracking?

2. Concepto de Fracking

La actividad extractiva no convencional mediante la fracturación hidráulica, también llamada fracking, ha iniciado una nueva etapa en la extracción de recursos tipo hidrocarburo no convencional; éste se encuentra aferrado en capas de roca a gran profundidad. Bajo cierta técnica trazada para la explotación es necesaria la utilización de grandes cantidades de agua con aditivos químicos y arena.

Actualmente hay una abundante producción de gas natural no convencional (shale gas) por fracking, el término fracking o fracturamiento hidráulico “*es un término anglosajón para referirse a la técnica de extracción de gas natural o petróleo del subsuelo a grandes profundidades*” (Asociación por el Medio Ambiente y Contra el Cambio Climático, 2015), en la que se produce una “*fractura inducida por presión causada por la inyección de fluido en una formación rocosa objetivo*” (Schlumberger 2013: 2), generando multitud de microfracturas y permitiendo que el gas fluya hacia la superficie.

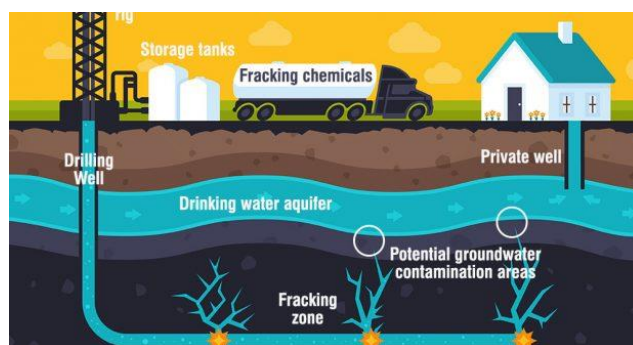


Figura 1. Fracking, 35 años de daño ambiental (2016). Fuente: El Semanario. Disponible en: <https://elsemanario.com/internacional/141824/fracking-35-anos-dano-ambiental/>.

Es importante tener en cuenta que, a pesar de que la técnica fracking, data de hace más de 60 años y era empleada en los pozos convencionales, no se halla como noticia global, por el contrario, la industria ya la utilizaba como lo establece el manejo propiciado en Texas (Estados Unidos). (D’elia. Ochandio. Bertinat. Svampa. & Viale, 2014); de esta manera, como lo menciona el Instituto Argentino del Petróleo y el Gas, los hidrocarburos convencionales son los mismos que los no convencionales, cuya diferencia se encuentra almacenados bajo el territorio, así la verdad es que:

Durante años, las operaciones estuvieron dirigidas a la búsqueda y extracción de petróleo y gas alojados, bajo tierra, sí, pero en rocas repletas de poros microscópicos. Algo así como una esponja. El gas y el petróleo se alojan en dichos poros. Como esos poros están interconectados entre sí, el gas y el petróleo pueden moverse por el interior de la roca. A veces, quedan

"entrampados" por una roca más compacta que no los deja pasar. Eso es un yacimiento de hidrocarburos convencionales. Los no convencionales se encuentran en un tipo de formación, muy compacta e impermeable (los poros no están interconectados entre sí, como en el caso de las convencionales). Estas formaciones, que en inglés reciben el nombre genérico de shale y que para los geólogos son esquistos o lutitas, dependiendo de su composición, han sido los lugares en donde el petróleo y el gas se formaron. Por eso también reciben el nombre de rocas generadoras o rocas madres. Las rocas generadoras (el shale, esquistos y lutitas) han resultado fisuradas por procesos fisicoquímicos naturales. En algunos casos, por esas fisuras, una parte de los hidrocarburos migró, en general, en dirección hacia la superficie (algunos llegaron; otros quedaron atrapados en lo que llamamos "trampas" o yacimientos convencionales). Pero buena parte de los hidrocarburos quedó allí, atrapada en la roca generadora. Como se encuentran distribuidos en millones de poros microscópicos que, a diferencia de los reservorios convencionales, no están interconectados entre sí y, por lo tanto, no pueden desplazarse por el interior de la formación, es necesario generar artificialmente vías para que puedan fluir hacia el pozo. Se trata, en definitiva, de reabrir las diminutas fisuras en la roca generadora, creadas por la naturaleza durante la formación de los hidrocarburos, y hoy cerradas por el peso de kilómetros de roca depositados sobre ella." (Instituto Argentino del petróleo y del gas).

No es una casualidad el hecho que, con la tecnología existente hoy en día, los procesos que no eran notorios trasciendan hacia la luz de las noticias, en la presión de los procesos.

De igual modo, la actividad generada en el proceso del fracking deja como consecuencia la degradación del suelo, el aire y el agua, también daños irreversibles en el ecosistema; práctica que se ha estado llevando a cabo, debido a que, en el mundo, se están agotando los reservorios de hidrocarburo convencionales.

3. Identificación de la normatividad colombiana frente al Fracking

Iniciando la regulación en las leyes, al respecto conviene decir, a pesar de que Estados Unidos es uno de los mayores practicantes en el fracking, a la vez se ha dado cuenta de los desastres naturales que se están causando, por lo que, por medio del máximo tribunal de Justicia del Estado de New York, reafirmó, el derecho que tienen los municipios a prohibir la práctica de la explotación por medio de este sistema en sus localidades; teniendo en cuenta también, que se encuentran organizaciones como los defensores del medio ambiente y ONG's independientes, que han procurado llevar a cabo, concientización respecto de las deficiencias.

Referente a las leyes colombianas que contemplan temas acerca de la exploración y explotación “fracking”, aun cuando las autoridades estatales, encargadas de regular la materia minera en el país, han expedido un acervo considerable de normatividad, esta se ha guiado más hacia la seguridad jurídica de las licencias y contratos de concesión que por vía administrativa, que el cumplimiento de los principios constitucionales del ejercicio administrativo se entrega a particulares, que hacia la valoración significativa de la defensa del medio ambiente, fundamentalmente en defensa del principio de precaución (Guiza, 2008).

A este propósito se encuentra, el Decreto 3004 de 2013, diciembre 26, expedido por el Ministerio de Minas y energía, compilado en el Decreto Único Reglamentario del Sector Administrativo de Minas y Energía, Decreto 1073 del 26 de mayo de 2015, exponen los criterios y procedimientos para la exploración y explotación, de hidrocarburos en yacimientos no convencionales; decreto que a pesar buscó regular el aprovechamiento integral de los recursos, aún se queda corto en materia regulatoria, proponiendo una ventana muy reducida en materia de los mismos.

Al mismo tiempo, el Estado se encuentra realizando el estudio correspondiente en cuanto a los impactos para el desarrollo de actividades, en lo referente a los yacimientos no

convencionales, para que así, vaya en concordancia con el medio ambiente y la sociedad. Igualmente, trabaja sobre los términos del impacto ambiental en cuanto a los proyectos de exploración de hidrocarburos que se vienen realizando, ajustando un apartado específico para la actividad de exploración del hidrocarburo en los yacimientos no convencionales; pero aún, se encuentra sin llegar a expedir la regulación ambiental, para el procedimiento de la explotación.

De acuerdo con el régimen de licencias ambientales en Colombia, se contempla en el título VIII de la Ley 99 de 1993 y reglamentado por el Decreto 2041 de 2014, establecer el carácter de compensación obligante para llevar a cabo cualquier tipo de actividad económica, que pueda incurrir en relevante menoscabo medio ambiental, o afectación a los recursos naturales renovables, o notables alteraciones paisajísticas (Rojas, 2013). Al respecto, el actual marco jurídico general para el desarrollo de yacimientos no convencionales, en el Decreto de Licencias Ambientales (2041 de 2014), solo se ha procurado introducir, una nueva alternativa que permite solicitar la modificación de la licencia ambiental, si se busca explorar y producir en yacimientos no convencionales, siempre y cuando se trate de la misma área licenciada y del mismo titular de la licencia (Contraloría General de la República, 2018).

Otras reglamentaciones que han surgido son: Documentos Conpes 3517 de 2008 Asignación. Resolución 180742 de 2012, se establecen procedimientos. La Resolución 90341 de 2014 del 27 de marzo, define los requerimientos técnicos y procedimientos, para la exploración de hidrocarburos en yacimientos no convencionales. La Constitución Ecológica, la cual trata de dar una interpretación y contextualización coherente de las referencias ambientales que en la Constitución colombiana existe (Amaya Navas, 2010). Resolución 421 de 2014 se adoptan términos de referencia para la elaboración de Estudios de Impacto Ambiental. Acuerdo 03 de 2014 (ANH) se adiciona el Acuerdo 4 de 2012, con el objeto de incorporar al Reglamento de Contratación.

El Ministerio de Minas y Energía, mediante resolución número 181495 de 2009, estableció medidas en materia de exploración y explotación de hidrocarburos, en donde de

igual forma se encontraban inmersos ya, los conceptos de hidrocarburos convencionales y no convencionales.

Para el 2012 el Ministerio de Minas y Energía, inicia cambios en el artículo 6 de la Resolución 181495 de 2009 y, la Resolución 90341 de 2014, mediante jurisprudencia emanada queda así:

ARTÍCULO 6o. PROGRAMA GLOBAL DE PERFORACIÓN. <Artículo **SUSPENDIDO provisionalmente**> Para la perforación de uno o varios arreglos de pozos, la compañía operadora podrá requerir permiso a través de una sola solicitud, presentando un programa general para la perforación y el Formulario 4 “Permiso para Perforar” o aquel documento establecido para el efecto y programa direccional detallado con profundidades y coordenadas estimadas desde superficie hasta el fondo de cada uno de los pozos (Diario Oficial No. 49.106).

Teniendo en cuenta la anticipación o previsibilidad del peligro, se establece en su numeral 6 artículo 1 de la Ley 99 de 1993, donde no se encuentra claramente el agente de prevenir el peligro, se entiende que, dicho deber se encuentra implícito en la norma, en la medida en que la finalidad del Derecho no sólo es la de sancionar los daños consumados sino que, en el caso en estudio, su fin es el de: - Sancionar la probabilidad del daño al bien jurídico tutelado (medio ambiente), aún y cuando existan dudas del peligro de daño. - Asegurar la no ocurrencia de daño alguno al medio ambiente.

Por otra parte, y teniendo en cuenta el Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2019 – 2022 aprobado por el Congreso de la República el pasado mes de abril, abre una puerta respecto a la utilización de esta Técnica no Convencional en nuestro país, ya que dentro de su articulado se encuentra la viabilidad de nuevas fuentes de hidrocarburos, con esto dando aval al Gobierno Nacional para desarrollar esta actividad. Es de aclarar, que existe un proceso integrado por la ministra de Minas María Fernanda Suarez y el ministro del Medio Ambiente Ricardo Lozano quienes estudian el reporte de la Comisión de Expertos para poder dar las

recomendaciones y viabilidad a los planes pilotos con los que se comprobará que no afecta a las comunidades ni a las fuentes hídricas; las conclusiones de dicho reporte deberán incluir, economía, geología e impacto ambiental y a las comunidades asentadas en estas regiones.

Cabe resaltar que el potencial de los yacimientos no convencionales (YNC), están ubicadas en las cuencas del Valle Medio del Magdalena, Cesar-Ranchería y Catatumbo, las cuales están estimadas en un área total de 6000 Km² y entre 2 y 7 billones de barriles de petróleo equivalente de hidrocarburos líquidos; es por esto que es muy interesante y lucrativo desde la parte económica agilizar los planes pilotos para que, una vez se cuente con la aprobación por parte del Gobierno Nacional, dar inicio de ipso facto con las perforaciones en dichos yacimientos.

Al respecto, Leonardo Granados, representante de la Corporación San Silvestre Green, indica que el artículo del PND hace parte de una estrategia del Gobierno, Ecopetrol y la autoridad ambiental, para avanzar sin dar el debate que se quiere:

Si esa no fuera la intención del Gobierno, entonces ¿porqué se aceleró el proceso de licenciamiento ambiental del área protegida específicamente en los pozos de Coyote que están destinados para fracking?, pues para que cuando confirmen el sí al fracking puedan iniciar con la perforación vertical para acelerar el fracturamiento hidráulico. El país no esta preparado.

Son Leyes, Decretos, Resoluciones, Acuerdos, que han venido formando una lista de reglamentación, dejando vacíos en cada una de ellas; así sucedió inicialmente cuando se iba a sancionar la Ley 1715 de 2014, ya que existía en ella una contravención (mico), quedando incluido el gas de esquisto y el gas licuado del petróleo, a esto se le conoce como energías no renovables y mucho menos energías limpias. A pesar de que se ha venido corriendo por medio de Decretos y Resoluciones, faltan metas claras en la implementación de un contexto normativo que defina la exploración y la utilización, basado en el cumplimiento socioambiental, de manera que se involucren sectores científicos.

No obstante, es preciso mencionar que no todo es negativo, si bien es cierto, que existen vacíos jurídicos legislativos frente a la práctica del fracking en nuestro País, existe un compromiso por parte del Gobierno, Ministerio de Minas y Ministerio del Medio Ambiente, los cuales han tratado de realizar regulaciones respecto al sector de hidrocarburos no convencionales; aunque es de precisar que este impacto ambiental requiere evaluarse y estudiarse, ya que la demografía de nuestro territorio nacional requiere de un uso indiscriminado de cantidades de agua necesarias para la extracción de los hidrocarburos (Castro Agudelo, 2017).

3.1 Advertencias de la autoridad

Sin haberse legalizado el mecanismo del aprovechamiento de los yacimientos convencionales, ya se conjeturan que existen permisos para la exploración (Contagio Radio, 2018). Sin embargo, es sabido que, debido a las causas y consecuencias de esta extracción, las autoridades ambientales han venido oponiéndose a tal procedimiento; además, las leyes para reglamentar el llamado también fracking en el país, aún no son claras, denotando grandes y notables vacíos, lo que conlleva a indicar que, para los efectos del desarrollo, la normatividad se encuentra incompleta.

El Contralor encargado en 2012, Carlos Felipe Córdova emitió una función de advertencia, principio de precaución y desarrollo sostenible, hacia el gobierno nacional – Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), referente a la fracturación hidráulica, determinando que:

La técnica para extraer gas natural se denomina fracking. Se trata de explotar el gas acumulado en los poros y fisuras de ciertas rocas sedimentarias estratificadas de grano fino o muy fino, generalmente arcillosas o margosas, cuya poca permeabilidad impide la migración del metano a grandes bolsas de hidrocarburos. Para ello es necesario realizar cientos de pozos ocupando

amplias áreas (la separación entre ellos ronda entre 0,6 a 2 km), e inyectar en ellos millones de litros de agua cargados con un cóctel químico y tóxico (Green, 2012. Mencionado por la Contraloría).

En la función de advertencia previene, sobre los tipos de riesgos que pueden suceder en cuestiones ambientales, con los permisos o licencias para la explotación del hidrocarburo no convencionales, e invita a las autoridades en la adopción de medidas necesarias y suficientes, para que la explotación del recurso se ejecute de manera sostenible.

En 2018, nuevamente fue nombrado Contralor General, se espera vuelva a tener en cuenta el tema del fracking en sus auditorias, de manera que conduzcan hacia el cuidado y bien común de los habitantes colombianos.

3.2 Consecuencias del Fracking

Desde 1972 en la Declaración de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Humano, o “Cumbre de Estocolmo”, la Organización de las Naciones Unidas (ONU), se preocupó por enfrentar discusiones ambientales al señalar la importancia de dirigir a nivel mundial nuestros actos, atendiendo con mayor cuidado a las consecuencias que puedan tener para el medio (Gutiérrez Rico, 2015).

Las Naciones Unidas en la declaración sobre Medio Humano, o Cumbre de Estocolmo, estuvo al frente sobre las discusiones ambientales al señalar la importancia de dirigir a nivel mundial nuestros actos atendiendo con mayor cuidado a las consecuencias que puedan tener para el medio (Restrepo, 2013: 187). Así, se tiene el hecho que siempre se ha tenido en cuenta el medio ambiente y con mayor razón ahora en el proceso del fracking.

Los principales impactos y riesgos que son detectados con el uso de esta técnica son múltiples y en ámbitos diversos, como lo es: contaminación del agua, riesgo químico con los aditivos utilizados, contaminación del aire, aumento de la sismicidad que genera terremotos,

efecto invernadero, gran ocupación de terreno para este tipo de explotación, ya que se debe realizar un gran número de pozos para aprovechar correctamente los recursos, entre otros impactos ambientales (Urresti. Marcellesi, 2012)

Ahora bien, es necesario reflexionar acerca de las consecuencias visibles de una explotación por el método del fracking, una estaría direccionada hacia el agua; pues el uso indebido del líquido agotaría al existencia, ya que se necesita entre 19 y 26 millones de litros de agua en cada pozo por año, para su explotación –acoto aquí, de hecho, el agua es un elemento que en la actualidad se está ahorrando a diario, porque día a día se agota, hay desabastecimiento del líquido-, sin la reutilización total. Además, se suma que en Colombia no existen estudios de geotectónica amplios. Entonces, al uso intensivo de agua, se suman el riesgo de contaminar los acuíferos superficiales y subterráneos, con materiales radioactivos y gas metano y el aumento de la sismicidad en los lugares donde se aplica (Semana, 2016); todo a la vez, ya que para la fracturación además de agua, se necesitan químicos tóxicos, que como bien es sabido los químicos dejan secuelas en los seres vivos y al medio ambiente.

Es importante mencionar que mediante una publicación del diario Nuevo Siglo del 04 de noviembre de 2013, en una columna informa que el Consejo Constitucional Francés profirió una sentencia donde prohíbe la exploración y explotación de hidrocarburos mediante la técnica del fracking; la cual anuló los permiso de investigación y exploración que se realiza en el suelo francés y lo confirmó la Ley 13 de julio de 2011, por medio de la cual protege el Parque Nacional de Cévennes, y que en el mismo se adelantaba procesos de exploración y explotación de hidrocarburos (Olano García, 2014).

Paralelamente, por la profundización de la fracturación realizada, se unen los sismos, por el mismo transformar de la tierra. Esta situación, lo afirma un artículo publicado en la revista Science en Oklahoma, uno de los Estados que permite el fracking. Los sismos entre 2008 y 2013, según los movimientos telúricos han aumentado 40 veces con respecto al periodo 1976-2007. Así mismo, se han realizado otros estudios referentes al tema, cuyos investigadores de la Universidad de Duke, reúnen evidencias de contaminación de aguas

subterráneas y superficiales, por cuenta de fallas en los pozos y de la inadecuada disposición de las aguas residuales del fracking (Semana, 2016).

Cabe resaltar que este tipo de técnica de explotación, no solo genera impactos ambientales, sino sociológicos a diversa población (Impactos Socioambientales del Fracking), en especial en grupos étnicos ubicados en algunas regiones del País. Mencionando el caso de la empresa Drummond de Canadá; cuyos permisos están casi listos para realizar fracking en el Cesar y en las inmediaciones de la Sierra Nevada de Santa Marta, donde habitan indígenas de las etnias wiwa, wayúu y yupka (Sarlingo, 2013). De igual modo, hay que tener en cuenta las emisiones al aire y su afectación a la salud.

Para la realización de la actividad se supone que deben brindar el derecho a los colombianos, al disfrute de un medio sano, cumplir con la reglamentación, contribuyendo con los objetivos constitucionales, en la preservación del medio ambiente, compuesto de valores naturales, sociales y culturales, influyentes en la vida psicológica del hombre, componentes aglomerados en el aire, temperatura, relieve, suelo y cuerpos de agua y, elementos vivos representativos en plantas, animales y microorganismos; entornos necesarios en el desarrollo humano.

Es aquí donde se necesita que el procedimiento en la explotación del fracking, se recapacite y se proyecten alternativas, e igualmente que en cabeza del Ministerio del Medio Ambiente y los juristas indicados, se indiquen leyes apropiadas, acerca de explotaciones que afecten el medio ambiente.

4. Valoración económica de los servicios ambientales

La especie humana extiende cada día su influencia para abarcar el planeta y actualmente con la ciencia y la tecnología, transforma la estructura de los sistemas ecológicos. La transformación por la acción humana en el asteroide tierra, se estima en un tercio y la mitad, desde la revolución industrial la concentración del dióxido de carbono se ha incrementado en

un 30%, referente al agua dulce se tiene que “*se usa más de la mitad de toda el agua dulce superficial de los continentes, que usa entre el 10 y el 55 % de los productos terrestres de la fotosíntesis*” (Rojstaczer et al., 2001), entre otros indicadores.

Ahora bien, es importante tener en cuenta en este apartado la valoración económica ambiental, ya que se relaciona con las consecuencias que deja la explotación del fracking. Así, la valoración económica es un término usual en el campo de la población humana, por lo que las dos funciones básicas que realiza una sociedad son producción y consumo. Entonces, la producción se basa en la cantidad de bienes y servicios producidos, bajo los medios técnicos organizativos; respecto del consumo, se relaciona con los bienes y servicios, distribuidos en la sociedad.

El sistema económico natural, se encuentra en el mundo natural, por lo cual los procesos y cambios se encuentran sometidos a la naturaleza, por lo que la economía explota cualquier tipo de activo natural.

Bajo la anterior situación y la constante búsqueda del desarrollo sostenible, a la vez, se busca accionar en el adecuado manejo ambiental, dándole, además, el valor correspondiente, como bien público; en principio se diría que el medio ambiente no evidencia valor, pero sí, su valor es medible mediante la voluntad de cada una de las personas.

En palabras de Raffo Lecca & Mayta Huatuco (2015), definen la valoración ambiental como “Un conjunto de técnicas y métodos, que permiten medir las expectativas de beneficios y costos derivados de algunas de las acciones, representadas en: el uso de un activo ambiental, la realización de una mejora ambiental y la generación de un daño ambiental”. De manera que, sea cual sea el método que se considere en la valoración ambiental, consiste en conceptualizar lo que realmente la gente esté dispuesta aceptar; “*el principal problema asociado reside en la ausencia de mercados reales, para la mayor parte de los beneficios y costes ambientales*”. En consecuencia, un bien ambiental no valorado es nulo, y si no tiene un precio equivalente en la economía el consumo se convierte en infinito.

De esta forma se puede apreciar que, la valoración ambiental recoge o trata de recoger todo lo concerniente a la satisfacción o bienestar de la humanidad, en el presente y futuro.

4.1 Economía de los recursos naturales

Reconociendo la correlación entre economía y los ecosistemas, y la introducción que se ha tenido en el valor de los sistemas ecológicos, se ha querido abordar de forma eficaz la crisis de nuestro planeta; la ecología viene intentando incorporar la dimensión humana al entendimiento del funcionamiento del ecosistema y la economía a su vez, intenta introducir el medio natural en el estudio de los sistemas económicos; es así que:

La valoración económica ambiental pretende obtener una medición monetaria, de la ganancia o pérdida de bienestar o utilidad que una persona, o un determinado colectivo experimenta, a causa de una mejora o daño de un activo ambiental accesible a dicha persona o colectivo. Los componentes del ambiente cumplen funciones que permiten mantener las condiciones de los ecosistemas y del ambiente, por lo que el Estado establece mecanismos para valorizar los servicios ambientales, procurando lograr la conservación de los ecosistemas, la diversidad biológica y los demás recursos naturales (Raffo Lecca. Mayta Huatuco, 2015).

Al examinar brevemente, el por qué valorar el medio ambiente y los recursos naturales, es lógica la respuesta al acertar que, es por ser muy valiosos, pero, aun así, se le considera, que aún, no se ha llegado a ver lo suficientemente necesario.

Si, al tener en cuenta la explotación de un recurso determinado y con mayor razón, cuando es posible mantenerlo a largo plazo, eso se vería en el razonamiento de *“Valorar económicamente al ambiente, supone el intento de asignar valores cuantitativos a los bienes y servicios proporcionados, por los recursos ambientales, independientemente de la*

existencia de precios de mercado para los mismos” (Tomasini, 2015); así, la sostenibilidad no implica que los recursos sean intocables, por el contrario, es tener en cuenta que la explotación no debe poner en riesgo, el abastecimiento de las generaciones que hasta ahora inician la vida, o de aquellas venideras; por tanto, la sostenibilidad exige establecer tasas compatibles entre la productividad natural, que rige en crecimiento y la conservación de los recursos naturales.

Es como el caso de Ecopetrol, una empresa colombiana dedicada a la exploración y explotación del petróleo, ubicada entre las 40 petroleras más grande del mundo y la cual genera más del 60% de la producción nacional; esta compañía redefinió su marco estratégico ambiental, dándole reconocimiento al valor de los ecosistemas de Colombia y su responsabilidad con la riqueza, de nuestros recursos naturales (Murillo. Castiblanco. Beltrán, 2016).

5. Fracking en el mundo

Estados Unidos, es el principal impulsor desde hace varias décadas de esta técnica de fracturación hidráulica, con presencia en más de una treintena de Estados, iniciada en Texas, como cuna de explotación no convencional, se dice que, esta técnica ha permitido acceder a yacimientos de gas –y también de petróleo–, que de otro modo no serían económicamente viables y que ha logrado en apenas siete años, que Estados Unidos cuente con reservas de gas, aunque sea solidificado en las rocas a gran profundidad y no en grandes bolsas subterráneas, al menos para el próximo siglo. (Rubio, 2012). Debido a esta práctica, allí la contaminación se extiende por medio de fugas del metano; así, lo afirma Ingraffea, Anthony (Profesor de Ingeniería de la Universidad de Cornell en Estados Unidos), “las mejores prácticas operacionales sólo pueden minimizar riesgos, no eliminarlos” (Martins, 2013).

Al respecto, se destaca el estado de Nueva York, quien mediante estudios de exploración fue mencionando algunas prórrogas, hasta llegar a la prohibición total al fracturamiento hidráulico y al desarrollo de los yacimientos no convencionales.

Respecto a la Unión Europea (UE) no existe explotación de hidrocarburos no convencionales a escala comercial, debido a las incertidumbres respecto a esta práctica; no obstante, desde que esta técnica comenzó a cobrar relevancia en el mundo hace unos años, se ha solicitado informes de expertos en la materia, a través de resoluciones que fijan la posición respecto del Parlamento Europeo o mediante declaraciones diversas de carácter institucional (Díaz González, 2014).

Así mismo la UE es otro de los países que manejan un gran potencial de explotación, de gases no convencionales y que pone en encuentro la legislación desde dos puntos, en una el Parlamento y Consejo Europeo que se inquieta por los riesgos y cargas medioambientales del fracking y de otra parte, la Comisión Europea, que no ha dudado en impulsar directrices al respecto.

En España, las comunidades Autónomas como La Rioja, Cantabria, Navarra, y Andalucía, expidieron normas en contra de la práctica del fracking en sus territorios, no obstante, el Tribunal Constitucional ya declaró inconstitucionales las normas de La Rioja y Cantabria que prohibían la técnica de la estimulación hidráulica en sus territorios al considerar que la competencia sobre la ordenación del sector energético es del Estado. A pesar de esto, en mayo de 2015¹⁶, el Partido Nacionalista Vasco, propuso una moratoria de cinco años para el uso del fracking en exploraciones o explotaciones gasísticas en Euskadi porque considera que una comisión científica medioambiental debe analizar los riesgos ambientales de esta técnica. (Gutiérrez Rico, 2015)

Otros países prohíben el uso del método de fracking para la explotación de hidrocarburos, como Francia en 2011, Bulgaria en 2012, mientras que en países como Polonia o Reino Unido, no existe una regulación específica, en la mayoría de países está declarada la moratoria, hasta no contar con suficientes estudios ambientales, que den cuenta

de su impacto, o el caso de Suecia, que lo permite a una pequeña escala con un marco regulatorio muy específico (Moreu, 2013). Es significativo mencionar, que Alemania mantiene vigente la moratoria a esa técnica. Prohibiciones o moratorias se han dado además en municipios de Estados Unidos, Canadá, España, Argentina, Suiza, Italia, Irlanda, Holanda y Australia (Santoyo 2015).

A las anteriores prohibiciones se les unió el martes 21 de junio de 2016, después de cuatro años de discusión, la coalición gobernante de Alemania acordó prohibir el fracking indefinidamente, aunque se permitirán perforaciones de prueba previo permiso de las autoridades locales. Si el parlamento aprueba la ley, Alemania se sumaría a otros países europeos en la prohibición de esta práctica de exploración (Semana, 2016).

Han existido múltiples demandas contra las grandes compañías que utilizan esta práctica no convencional en Estados Unidos, siendo este país como referencia a la problemática, por ser pionero esta técnica y base en su desarrollo económico; aunque a pesar de estar bien soportado y documentado los efectos y consecuencias de esta práctica, varios países como España, México y Estados Unidos, las leyes actúan convenientemente a la protección de la actividad petrolera (Venegas Marín, 2016).

6. Fracking en Colombia

Es importante primero y someramente, iniciar con la historia del petróleo en Colombia, cuya etapa se empieza en la conquista, en 1536, cuando los capitanes Juan del Junco y Gómez del Corral se interesaron por la fuente de betún existente en la Tora, lugar situado en el Centro, cerca de Barrancabermeja (Santander), luego fue en Barranquilla, Manuel Palacio quien inicia en 1866, la explotación del petróleo en forma rudimentaria. Redescubriendo los yacimientos del Centro en 1904 José Joaquín Bohórquez, busco a Roberto de Mares, comerciante con prestigio e iniciaron la negociación con el gobierno, bajo un contrato inició la explotación por medio de la Concesión de Mares.

El tiempo transcurrió siguiendo con la explotación, compañías como Tropical Oil Company, la Internacional Petroleum Company (1920). Así, fue en 1916 que se perforó el primer pozo (en la actualidad ya no produce). Fue hasta el 26 de agosto de 1951, que entra a obrar la empresa Colombia de Petróleos, Ecopetrol, quien había sido creada mediante Ley 165 de 1948.

Actualmente es la empresa petrolera más grande del país, con mayor conocimiento geológico de las cuencas. Se rige bajo 5 vicepresidencias: exploración, producción, transporte, refinación, comercial y mercadeo. Se encuentra además en el grupo de las 4 más grandes de Latinoamérica y 40 principales del mundo. Sin embargo, ha venido frecuentando cambios económicos referentes a la caída en los precios internacionales del crudo a nivel internacional, encontrándose que, según un informe de la BBC, mundo donde analiza la situación de Ecopetrol, PDVSA de Venezuela, Petrobras de Brasil y Pemex de México, la petrolera colombiana anunció a finales de 2014 una reducción de 25% en su presupuesto de inversión este año, un recorte de más de US\$2.000 millones (Revista Dinero, 2015).

En los últimos años Colombia ha sido considerado como uno de los países con más conflictos ambientales de Latinoamérica; esto por los desacuerdos que existen entre los actores de la gestión ambiental (instituciones estatales, pueblos y comunidades, gremios económicos, etc.) sobre cómo usar, acceder, intercambiar o comercializar bienes ambientales y naturales. Un sector estima que para el desarrollo del país debe existir una simplicidad en el trámite de permisos, autorizaciones, o licencias, esto con el fin de aumentar las tasas de extracción de bienes ambientales y naturales, que buscan incrementar el comercio al exterior; otros sectores se encaminan a la defensa del medio ambiente, territorios y conservación de los recursos naturales, a través de la movilización social, recurriendo a instrumentos jurídicos de defensa de sus derechos, que en algunas ocasiones son cortas en temas de legislación ambiental (Mesa Cuadros, 2015).

Ahora bien, con la nueva tecnología y el querer el fracturamiento de los hidrocarburos no convencionales, ¿qué ha venido transcurriendo en Colombia acerca del tema “fracking”?; a pesar de los argumentos presentados por diferentes países frente a los efectos negativos del tema, en Colombia esta técnica se empezó a utilizar desde el año 2012.

En el país, existen yacimientos no convencionales de hidrocarburos, de hecho, tienen clasificados 43 bloques (Telesur, 2018), en el mapa de tierras, informe de la Autoridad Nacional de Hidrocarburos (ANH). De éstos ya se encuentran clasificados 7, en Cesar, San Martín, Tolima, Santander, Norte de Santander, Boyacá, Cundinamarca (Cerca al páramo Chingaza- páramo que abastece a Bogotá de agua), para iniciar la exploración.

En la percepción pública del tema, se encuentran favoritismo y contradicciones:

La reciente autorización y regulación de la fracturación hidráulica o hidrofracturación (fracking), en Colombia ha estado sujeta a una discusión permanente. La técnica promete generar altos rendimientos indispensables para el desarrollo del país, y al mismo tiempo, conlleva riesgos al medio ambiente que cobran gran relevancia, debido a las especificidades físicas del territorio nacional y a la constitucionalización del derecho ambiental. Su implementación se analizó a la luz de principios constitucionales ambientales, encontrando en algunos casos, contradicciones entre dichos principios y la forma como ésta práctica se ha regulado. En este contexto, la aplicación del principio de precaución se presenta como una solución idónea a la problemática: retrasar la implementación del fracking hasta lograr una regulación armónica y sistemática que permita cumplir con los mandatos constitucionales de protección al medio ambiente. (Lemos González, Pedraza Rodríguez, 2015).

En concordancia, es importante tener en cuenta que el principio de precaución en su definición expone que: “Cuando haya peligro de daño grave o irreversible, la

falta de certeza científica absoluta no deberá utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces en función de los costos para impedir la degradación del medio ambiente” El término surge hacia los años 60 y 70 en el derecho de países europeos, como Suecia y Alemania. Con la Declaración de Río, se unieron varios países México, Costa Rica, Bolivia, Perú, Argentina y Colombia, quienes han incorporado y desarrollado este principio en su legislación y/ o jurisprudencia (Declaración de Río, 1992). Ordenando así, la adopción de medidas para evitar un daño grave e irreversible, que, aunque incierto, es posible.

En Colombia, la herramienta para regular y permitir la práctica del fracking es la licencia ambiental, la cual controla actividades de explotación y exploración de hidrocarburos (La licencia ambiental se establece a partir de la Promulgación de la Ley 99 de 1993), con el fin de alcanzar y cumplir el postulado de desarrollo sostenible, postulado del Estado Colombiano, dicho proceso carece de rigor científico para garantizar el derecho colectivo a gozar un medio ambiente sano, frente a los impactos de esta práctica (Medina Ramírez, 2015).

Sin embargo, se encuentra en las licencias ambientales, en muchos casos, no reconocen la magnitud del impacto que ocasionan los proyectos mineros, especialmente de carbón y metálicos, en los que resulta enorme la remoción de minerales, y consecuentemente la generación de residuos, el uso, desaparición y contaminación de las aguas superficiales y subterráneas, la contaminación del aire, la pérdida del suelo, la disminución y pérdida de la biodiversidad. En otros casos, a través de la licencia ambiental se autorizan actividades deteriorantes sin colocar un límite claro entre el impacto ambiental directo, propio de cada proyecto, y el daño general acumulado que el mismo ocasiona, sin que se dispongan medidas necesarias para prevenir, mitigar, corregir y/o compensar los daños, produciéndose de tal manera una destrucción del entorno natural que no es factible remediar debidamente, con el correspondiente detrimento de los recursos naturales que son patrimonio de la Nación (Negrete Montes, 2013).

Y no solo es el fracking, Colombia ha entregado el país a trasnacionales mineras como la Anglo American PLC, Anglogold Ashanti, BHP Billinton, Drummond, Glencore, MPX Colombia, Vale, Xstrata. De acuerdo a Stefan Indermühle asesor académico de Indepaz:

A pesar de las regalías, precisamente estos departamentos presentan índices de desarrollo social que se encuentran muchas veces por debajo del promedio nacional, lo que ofrece otro argumento para relativizar el impacto del sector minero al desarrollo. En el índice del desarrollo departamental, de las necesidades básicas insatisfechas y de pobreza, solamente el Meta alcanza el promedio nacional, mientras que los otros tienen indicadores mucho peores; la mortalidad infantil es en estos 5 departamentos considerablemente más alta (Indermühle, 2010, p.40).

Si bien el hecho de inspeccionar para la obtención del rendimiento estatal, también existe una responsabilidad social y empresarial, en el cuidado del medio ambiente; esto lleva a que aún falta mucho para avanzar, por la misma falla de una adecuada y propicia tecnología, donde se despliegue a tiempo la identificación de la problemática, en deterioros por contaminación y todo lo relacionado a las actividades que emanen del llamado fracking, en la explotación de yacimientos no convencionales.

Así las cosas, respecto al manejo de la política ambiental del país, cuando se estudia el derecho ambiental como tal, se observa que se ha impetrado más el carácter de defensa en la libertad de desarrollo económico, puesto que el Ministerio de ambiente debió ser tajante en fundamentar que existe vacíos respecto a la mitigación del daño ambiental, estando en contravía en los principios constitucionales ambientales al principio de la precaución en la aplicabilidad de la actividad de explotación y exploración en la extracción de hidrocarburos (Guerrero Sanchez, 2016).

No es ningún secreto, que los mismos dirigentes gubernamentales se encuentran pendientes y no muy a gusto en lo que respecta al fracking. Es el caso del gobernador de Nariño, quien, en mayo de 2019, se expresó sobre los reparos al Plan Nacional de Desarrollo,

que habla sobre este tema. Otros grupos, como la Alianza Colombia Libre de Fracking, presento un proyecto de Ley ante el congreso, buscando proteger el medio ambiente, las fuentes de agua, la salud pública, los recursos naturales y prevenir conflictos socio-ambientales; proyecto que encontró respaldo por más de 30 senadores y representantes de la Cámara (Revista Semana, 2018).

El Estado tiene la obligación de generar información pública, basada en argumentos claros, veraces, científicos, que los componentes en los procesos interrelacionen causas y consecuencias, sobre la salud pública y características que se avecinen sobre el medio ambiente. A la vez, es necesario que se incluya la sociedad civil en la toma de decisiones, sobre el futuro del fracking en sus territorios.

7. Conclusión

La tendencia mundial de la explotación de hidrocarburos mediante el fracking, representa uno de los mayores retos ambientales en Colombia, la explotación por fraccionamiento se ha venido comportando de una manera inapropiada, anexo, se tiene que la normatividad vigente apunta hasta ahora, a la seguridad jurídica de las licencias y contratos, más no a los principios fundamentales de precaución, que buscan en el concepto de economía sostenible y sustentable. Además, el método de explotación muestra que, la relación costo beneficio es ostentable, generando deudas ambientales para las generaciones venideras, ya que se encuentra en el fracking, que tiene una bajísima Tasa de Retorno Energético.

El conocimiento científico a nivel mundial es insuficiente para comprender la magnitud de los riesgos e impactos ambientales del fracking, con mayor razón para Colombia, los vacíos en la información y prevención por la industria hidrocarburífera, no presentan la mitigación en el impacto. Ahora, solo es una técnica experimental por lo que la industria no puede ni debe experimentar con la vida y la salud de las personas, ni con la integridad del

medio ambiente, sumando la insuficiencia en el conocimiento y alcances de los riesgos, en el peligro de daños profundos para la humanidad y el medio ambiente.

La política minero-energética en Colombia se encuentra distante con varios principios constitucionales; la normatividad existente en el alcance de la formalidad regulatoria en la explotación de hidrocarburos fracking, aún no profundiza temáticas en estudios científicos y continúa sin un verdadero cuerpo normativo específico, dejando sin lineamientos legales para amparar los bienes jurídicos que se emanarían de los riesgos por la misma modalidad del fracking. Se encuentra la deficiencia en las entidades territoriales, la participación, la conservación de las riquezas naturales de la nación y el respeto a la diversidad étnica y cultural.

8. Glosario

Desarrollo Sostenible: este principio se entiende como aquel que satisface las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades

Principio de Precaución: este principio será aplicable por los Estado o las autoridades, cuando haya peligro de daño grave o irreversible, y " la falta de certeza científica absoluta no deberá utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces en función de los costos para impedir la degradación del medio ambiente

Principio de Prevención: bajo el amparo de este principio es que las autoridades ambientales ejercen sus funciones, con el fin de proteger y preservar el medio ambiente, es así que se aplica en los casos en los que es posible conocer las consecuencias que tendrá sobre el ambiente el desarrollo de determinado proyecto, obra o actividad, de modo que la autoridad competente puede adoptar decisiones antes de que el riesgo o el daño se produzca, con la finalidad de reducir sus repercusiones o de evitarlas. (Sentencia Corte Constitucional T-1077 de 2012)

9. Referencias

Amaya Navas, O. D. (2010). La Constitución Ecológica de Colombia. Bogotá: Universidad Externado de Colombia.

Asociación por el medio ambiente y contra el cambio climático (2015): “¿Qué es el Fracking?”. Disponible en: http://www.medioambienteycambioclimatico.org/index.php?option=com_k2&view=itemlist&task=category&id=27:que-es-el-fracking&Itemid=584

Castro Agudelo, Camilo Iván (2017). Análisis jurídico del marco legal de los hidrocarburos no convencionales y de las implementaciones en el derecho ambiental de la técnica fracking. Disponible en: <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/34119/CastroAgudeloCamiloIvan2017.pdf?sequence=4&isAllowed=y>

Congreso de Colombia. Ley 1523 de 2012 (Abril 24 de 2012). [En línea]. [Citado en 3 de septiembre de 2016]. Disponible en: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=47141>

Contraloría General de la República (2014) septiembre 6. Función de advertencia de la Contraloría ante fracking e hidrocarburos no convencionales. Disponible en: <https://justiciaambientalcolombia.org/fracking-responsable-y-otros-disparates-del-gobierno-colombiano/>

Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (1992) 3 al 14 de junio. Cambio Climático y el Convenio sobre la Diversidad Biológica. La Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. Disponible en: <https://www.un.org/spanish/esa/sustdev/documents/declaracionrio.htm>

Decreto 381 de 2012 [Ministerio de Minas y Energía]. Por el cual se modifica la estructura del Ministerio de Minas y Energía. DO N.º 48.345 de 16 de febrero de 2012.

Decreto 3004 de 2013 [Ministerio de Minas y Energía]. Por el cual se establecen los criterios y procedimientos para la exploración y explotación de hidrocarburos en yacimientos no convencionales. DO N.º 49.015 de 26 de diciembre de 2013.

Díaz González, Juan Manuel (2014). El agua, sin gas, por favor: la controversia jurídica en torno al «fracking» en España. Disponible en :
file:///D:/Users/gahernandez/Downloads/Dialnet-ElAguaSinGasPorFavorLaControversiaJuridicaEnTornoA-5559887.pdf

Guerrero Sánchez, Nidia Patricia (2016). El derecho fundamental a un medio ambiente sano en el marco de la explotación de recursos naturales no renovables: un estudio del fracking en Colombia. Disponible en:
<https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/13798/4/El%20derecho%20fundamental%20a%20un%20medio%20ambiente%20sano%20en%20%20el%20marco%20de%20%20la%20explotaci%C3%B3n%20de%20recu.pdf>

Guiza, L. (2008). Efectividad de los instrumentos administrativos de sanción y exigencia de la reparación del daño ambiental en Colombia. Estudios Socio Jurídicos, 10(1), 307-335.

Gutiérrez Rico, Ana Paola (2015). Principio de precaución inmerso en la técnica extractiva de estimulación hidráulica – Fracking. Revista de Derecho Administrativo Económico, N.º 20 [enero-junio 2015] pp. 117-145.

Indermühle, Stefan. (2010). Comunidades y Minería. Bogotá: Indepaz. Disponible en:
http://ediciones.indepaz.org.co/wp-content/uploads/2012/02/libro_Comunidades-Mineria.pdf

Instituto Argentino del petróleo y del gas. Hidrocarburos no convencionales. Disponible en:
http://www.iapg.org.ar/web_iapg/links-de-interes/relaciones-institucionales/downloads

Lemos González, María del Rosario. Pedraza Rodríguez, Mónica María (2015). La autorización del Fracking en Colombia, ¿una decisión apresurada? Revista de Derecho Público, N.º 35 [julio-diciembre 2015] Disponible en:
<http://dx.doi.org/10.15425/redepub.35.2015.09>

Martins, Alejandra (2013), octubre 29. Qué es el fracking y porqué genera tantas protestas. BBC Mundo. Disponible en:
https://www.bbc.com/mundo/noticias/2013/10/131017_ciencia_especial_fracking_abc_am

Medina Ramírez, Blanca Paola (2015). Del déficit garantista de la Ley 1333 de 2009 y el decreto 2041 de 2014, frente a la nueva modalidad de explotación de hidrocarburos denominada “Fracking”. Disponible en :
<https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/2625/1/DEL%20DEFICIT%20GARANTISTA%20DE%20LA%20LEY%201333%20DE%202009%20Y%20EL%20DECRETO%202041%20DE%202014.pdf>

Mesa Cuadros, Gregorio (2015). Conflictividad ambiental y afectaciones a derechos ambientales. Universidad Católica de Colombia, pp. 11-12.

Ministerio de Minas y Energía. Resolución 90341 del 2014 (27 de Marzo de 2014). Por el cual “Se establecen requerimientos técnicos y procedimientos para la exploración y explotación de hidrocarburos en yacimientos no convencionales”. Bogotá D.C. Diario Oficial 49.106, 2014.

Murillo, Paula Stephania. Castiblanco, Natalia. Beltrán, Brian (2016). Análisis financiero consolidado Ecopetrol S.A. Universidad Javeriana, Bogotá.

- Negrete Montes, R. E. (2013). Derechos, Minería y conflictos. Aspectos Normativos. En Contraloría General de la Republica. Bogotá.
- Olano García, Hernán Alejandro (2014). Protección del medio ambiente colombiano frente al Fracking. Universidad de La Sabana, Bogotá.
- Raffo Lecca, Eduardo. Mayta Huatuco, Rosmery (2015). Valoración económica ambiental: el problema del costo social. Revista de la Facultad de Ingeniería Industrial. Industrial Data, vol. 18, núm. 1, 2015, pp. 108-118 Universidad Nacional Mayor de San Marcos Lima, Perú
- Revista Dinero-economía (2015). Ecopetrol ya no es la más grande. Disponible en: <https://www.dinero.com/economia/articulo/estado-ecopetrol-frente-caida-precios-del-petroleo/205588>
- Revista semana (2018). Presentan Proyecto para prohibir el fracking en Colombia. Disponible en: <https://sostenibilidad.semana.com/impacto/articulo/presentan-proyecto-para-prohibir-el-fracking-en-colombia/41234>
- Revista Semana, Medio Ambiente (2016) Fracking: una apuesta riesgosa para Colombia. Disponible en: <https://sostenibilidad.semana.com/medio-ambiente/articulo/fracking-una-apuesta-riesgosa-para-colombia/35505>
- Sanhueza, Eugenio (2013). Panorama energético del siglo 21: ¿más de lo mismo? Interciencia, vol. 38, núm. 4, abril, 2013, pp. 242-242. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/339/33926985004.pdf>

Sarlingo, Marcelo (2013). Impactos socioambientales del fracking. opacidad, política ambiental y explotación de hidrocarburos no convencionales. Disponible en: <http://cubaarqueologica.org/ojs/index.php/atekna/article/view/142>

Schlumberger, Nolen (2013): “Elementos de Fracturamiento Hidráulico”, pp. 2. Disponible en: https://www.slb.com/~media/Files/resources/oilfield_review/spanish13/sum13/composite.pdf

Tomasini, Daniel (2015). Valoración económica del ambiente. Disponible en: <http://www.keneamazon.net/Documents/Publications/Virtual-Library/Equidad-Desarrollo-Social/136.pdf>

Urresti, Aitor. Marcellesi, Florent (2012). Fracking: una fractura que pasará factura. Disponible en: https://www.ecologiapolitica.info/novaweb2/wp-content/uploads/2015/12/043_Urrestietal_2012.pdf

Venegas Marín, Camilo Andrés (2016). Contaminación en zonas de acuíferos subterráneos a causa de la extracción de petróleo y gas, en el proceso de fracturación hidráulica “fracking”. Disponible en: https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/14531/2/RAE_Camilo_Andres_Venegas.pdf